

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2007 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

07563627 **Image available**

OPTICAL ELEMENT, OPTICAL WAVEGUIDE DEVICE, THEIR MANUFACTURING METHOD, AND
PHOTOELECTRIC HYBRID SUBSTRATE USING THEM

PUB. NO.: 2003-057468 [JP 2003057468 A]

PUBLISHED: February 26, 2003 (20030226)

INVENTOR(s): ONOUCHI TOSHIHIKO

APPLICANT(s): CANON INC

APPL. NO.: 2001-249698 [JP 2001249698]

FILED: August 21, 2001 (20010821)

INTL CLASS: G02B-006/122; G02B-006/42; H01L-031/0232; H01S-005/022;
 H01S-005/18

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical waveguide device which has an optical waveguide converting means integrated with an optical element and eliminates the need for special machining on an optical waveguide sheet side.

SOLUTION: An optical path converting means 3 which changes the traveling direction of the light emitted by an optical element 5 as a surface type optical element mounted on the optical waveguide sheet 7 horizontally to the optical waveguide sheet 7 or an optical path converting means 10 which changes the traveling direction of light made incident on the optical element 6 vertically to the optical waveguide sheet 7 is integrated with the optical element. No special machining is needed on the side of the optical waveguide sheet 7 where optical elements 5 and 6 with the optical path converting means are mounted and the optical elements 5 and 6 can be mounted at arbitrary positions without boring holes 8 and 9 in the optical waveguide sheet 7.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

?

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-コ-ド [*] (参考)	
G 0 2 B	6/122	G 0 2 B	6/42	2 H 0 3 7
	6/42	H 0 1 S	5/022	2 H 0 4 7
H 0 1 L	31/0232		5/18	5 F 0 7 3
H 0 1 S	5/022	G 0 2 B	6/12	A 5 F 0 8 8
	5/18			B
審査請求 未請求 請求項の数36 O L (全 14 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願2001-249698(P2001-249698)

(22) 出願日 平成13年8月21日 (2001.8.21)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 尾内 敏彦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74) 代理人 100086483

弁理士 加藤 一男

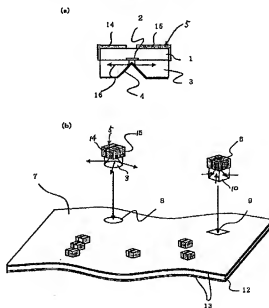
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光素子、光導波装置、それらの製造方法、およびそれらを用いた光電気混成基板

(57) 【要約】

【課題】 光路変換手段を光素子と一体的に集積化させ、光導波シート側には特別な加工を不要とした光導波装置である。

【解決手段】 光導波シート7に実装される面型光素子である光素子5から出射される光の進行方向を光導波シート7に対して水平方向に変化させる光路変換手段3、もしくは光素子6に入射される光の進行方向を光導波シート7に対して垂直方向に変化させる光路変換手段10が光素子に集積化されている。光路変換手段付き光素子5、6が実装される光導波シート7側には特別な加工が不要で、光素子5、6は光導波シート7に穴8、9を加工するなどによりその任意の位置に実装できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光導波シートに実装される面型光素子であって、該光素子から出射される光の進行方向を該光導波シートに対して水平方向に変化させる光路交換手段、もしくは該光素子に入射される光の進行方向を該光導波シートに対して垂直方向に変化させる光路交換手段が該光素子に集積化されていることを特徴とする光素子。

【請求項2】前記光素子は実装基板上に実装され、光路交換手段はポリマーで形成されたことを特徴とする請求項1記載の光素子。

【請求項3】前記光素子はベアチップの形態であり、光路交換手段はポリマーで形成されたことを特徴とする請求項1記載の光素子。

【請求項4】前記光路交換手段は反射作用で光路交換することを特徴とする請求項1乃至3の何れかに記載の光素子。

【請求項5】前記光路交換手段は、頂点を発光素子である光素子の機能部の方向に向けてその中心に配した円錐形状の反射面であり、発光素子から出射した光を該頂点の回りの360度の全ての方向に反射させて、光分配をさせることを特徴とする請求項4記載の光素子。

【請求項6】前記光路交換手段は、頂点を受光素子である光素子の機能部の方向に向けてその中心に配した円錐形状の反射面であり、該頂点の回りの360度の全ての方向から伝搬してきた光を反射させて光素子の機能部に入射するようにしたことを特徴とする請求項4記載の光素子。

【請求項7】前記光路交換手段は、頂点を発光素子である光素子の機能部の方向に向けてその中心に配した半球形状の反射面であり、発光素子から出射した光を該頂点の回りの360度の全ての方向に反射させて、光分配をさせることを特徴とする請求項4記載の光素子。

【請求項8】前記光路交換手段は、頂点を受光素子である光素子の機能部の方向に向けてその中心に配した半球形状の反射面であり、該頂点の回りの360度の全ての方向から伝搬してきた光を反射させて光素子の機能部に入射するようにしたことを特徴とする請求項4記載の光素子。

【請求項9】前記光路交換手段は、頂点を発光素子である光素子の機能部の方向に向けてその中心に配した角錐形状の反射面であり、発光素子から出射した光を該頂点の回りの方向に反射させて、光分配をさせることを特徴とする請求項4記載の光素子。

【請求項10】前記光路交換手段は、頂点を受光素子である光素子の機能部の方向に向けてその中心に配した角錐形状の反射面であり、該頂点の回りの方向から伝搬してきた光を反射させて光素子の機能部に入射するようにしたことを特徴とする請求項4記載の光素子。

【請求項11】前記光路交換手段は45度ミラーであり、発光素子である光素子から出射した光を一定の方向に指

向性を持って反射させて、光伝搬をさせることを特徴とする請求項4記載の光素子。

【請求項12】前記光路交換手段は45度ミラーであり、或る一定の方向から伝搬してきた光を反射させて、受光素子である光素子に入射するようにしたことを特徴とする請求項4記載の光素子。

【請求項13】前記光路交換手段は反射・屈折作用で光路交換することを特徴とする請求項1乃至3の何れかに記載の光素子。

【請求項14】前記光路交換手段は、頂点を発光素子である光素子の機能部の反対の方向に向けてその中心に配した円錐形状の反射・屈折面であり、発光素子から出射した光を該頂点の回りの360度の全ての方向に反射・屈折させて、光分配をさせることを特徴とする請求項4記載の光素子。

【請求項15】前記光路交換手段は、頂点を受光素子である光素子の機能部の反対の方向に向けてその中心に配した円錐形状の反射・屈折面であり、該頂点の回りの360度の全ての方向から伝搬してきた光を反射・屈折させて光素子の機能部に入射するようにしたことを特徴とする請求項4記載の光素子。

【請求項16】前記光素子は面型LEDであることを特徴とする請求項1乃至5、7、9、11、13、14の何れかに記載の光素子。

【請求項17】前記光素子は垂直共振器型面発光レーザであることを特徴とする請求項1乃至5、7、9、11、13、14の何れかに記載の光素子。

【請求項18】前記光素子は面型ホトダイオードであることを特徴とする請求項1乃至4、6、8、10、12、13、15の何れかに記載の光素子。

【請求項19】前記光素子の両電極が、前記光路交換手段が集積化された側とは反対側の基板表面に引き出されていることを特徴とする請求項1乃至18の何れかに記載の光素子。

【請求項20】請求項1乃至19の何れかに記載の光素子を2次元スラブ導波路構造を有する2次元光導波シートに前記光路交換手段を埋め込んで光結合するように実装して、光で信号の授受を行うことを特徴とする光導波装置。

【請求項21】請求項5、7または14に記載の光素子を用いて、1つの光源から2次元光導波シート内の全体にブロードキャスト的に送信を行うことを特徴とする請求項20記載の光導波装置。

【請求項22】請求項9または11に記載の光素子を用いて、1つの光源からの信号を2次元光導波シート内の特定の領域に送信することを特徴とする請求項20記載の光導波装置。

【請求項23】請求項6、8または15に記載の光素子を用いて、2次元光導波シート内のあらゆる送信源からの信号を受信することを特徴とする請求項20記載の光

導波装置。

【請求項24】請求項10または12に記載の光素子を用いて、特定の送信源からの信号を受信することを特徴とする請求項20記載の光導波装置。

【請求項25】前記光導波シートの一部または全てには、他の光送受信とは独立に特定のチャネルで光送受信を行うための3次元導波路が含まれることを特徴とする請求項20乃至24の何れかに記載の光導波装置。

【請求項26】前記光導波シートの表面の一部には電気配線をするためのメタルパターンが形成されていることを特徴とする請求項20乃至25の何れかに記載の光導波装置。

【請求項27】前記光導波シートは、クラッド層で挟まれたコア層から成ることを特徴とする請求項20乃至26の何れかに記載の光導波装置。

【請求項28】前記光導波シートは、複数層層されていることを特徴とする請求項20乃至27の何れかに記載の光導波装置。

【請求項29】請求項25記載の光導波装置で用いられる2次元光導波シートであって、その一部または全てに、他の光送受信とは独立に特定のチャネルで光送受信を行うための3次元導波路が含まれることを特徴とする光導波シート。

【請求項30】請求項26記載の光導波装置で用いられる2次元光導波シートであって、その表面の一部に電気配線をするためのメタルパターンが形成されていることを特徴とする光導波シート。

【請求項31】請求項1乃至19の何れかに記載の光路交換手段を集積化した光素子を電気回路基板上に電氣的接続が得られるように実装し、該電気回路の信号の一部または全てを請求項20乃至28の何れかに記載の光導波装置を用いた光信号の送受によって配線して電子機器を動作させることを特徴とする光電気混載基板。

【請求項32】前記光素子を電気回路基板上に電氣的接続が得られるように実装する箇所が、LSIパッケージの上面であることを特徴とする請求項31記載の光電気混載基板。

【請求項33】前記光導波装置はフレキシブルであり、LSIと受動部品が実装された電気回路基板上の凹凸をほぼなぞるように実装されていることを特徴とする請求項31または32に記載の光電気混載基板。

【請求項34】請求項2または3に記載の光素子の製造方法であって、前記光路交換手段の外形状を、平坦に形成したポリマーをガラス転移温度付近まで加熱して、所望の形状をした型を押し付けることで加工することとを特徴とする光素子の製造方法。

【請求項35】請求項20乃至28の何れかに記載の光導波装置の製造方法であって、前記光路交換手段の外形状を目的に異ならせて、前記光導波シートには所望の光素子が有する光路交換手段の外形状に嵌合するような

穴を形成し、自己選択的に光素子を光導波シートに実装することを特徴とする光導波装置の製造方法。

【請求項36】請求項20乃至28の何れかに記載の光導波装置の製造方法であって、前記光導波シートをガラス転移温度付近まで加熱し、前記光路交換手段が集積化された光素子を所望の位置に押し込むことで実装することとを特徴とする光導波装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気回路基板上の電気チップ間や電気回路基板相互間などにおいて信号を光学的に接続するための光導波シートと光素子から成る光導波装置、その製造方法、該光導波装置で用いられる光素子などに関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、パーソナルコンピュータ、セルラー電話やPDA(Personal Digital Assistant)に代表される携帯機器、デジタルAV(オーディオビジュアル)機器などの性能の飛躍的な向上により、その相互接続が、無線、有線を混合してあらゆる周波数帯で実現してきている。そのため、電気基板からの電磁放射ノイズ(Electromagnetic Interference: EMI)や外界からの電波混入に対する耐性(Immunity)、不完全接続による信号の乱れ(Signal Integrity: SI)などによるデジタル機器の誤動作に対する対策が急務となっている。こうした電磁波問題については、製品出荷前に電波法の規制値をクリアすることが不可欠で、その対策のための開発コストは年々増加してきており、基本的に電磁無誘導である光配線は、このボトルネックを根本から解消できるものとして期待されている。また、今後、家庭内にも高速接続環境が整備されるため、様々なグラウンド環境において高速電子機器を自由に接続しても、誤動作、ノイズ混入などを防ぐ必要があり、グラウンドに対して電氣的アイソレーションが簡単にできる光接続は有効な手段の一つである。

【0003】そのための光配線手段としては様々な方法が提案されている。例えば、図12(a)に示す特開2000-199827号公報に開示の光導波装置401では、図12(a)に示すように電気回路基板402上に光導波路411を形成して光素子421、431を搭載し、高速信号を光で接続できるようにしている。この場合、電気回路基板402は、一般に、電気配線403と絶縁体404の積層された多層配線板となっており、ガラスセラミック、アルミニウムナイトライド(AlN)、アルミナ(Al_2O_3)などの無機材料からなるセラミック、FR-などのガラスエポキシ樹脂、ポリイミドフィルムなど、各種材料で構成されている。その回路基板402上に、接着層408を介して、ポリメタリックリレー(PMMA)、エポキシ樹脂、ポリイミドなどでもコア454およびクラッド453、455を形成した光導波路411が貼り付けられている。光素子421、431間の入出力は、導波路411端部

に形成した45度ミラー411a、411bで光を反射させて行っている。光素子421、431やICチップ425、435などはハンダパンBPを用いて表面に実装できるようにしている。また、IC425、435の各ポートに対して1つの光導波路が対応するため、図12(b)のように複数の矩形導波路411'が形成されている。尚、図12(b)において、451は透明基板、452は基板分離層、492は遮光膜である。

【0004】以上の従来例は電気回路基板内における電気チップ間の光接続の例であるが、特開平9-270751号公報や特開平10-206677号公報には、情報処理装置1100において複数の電気回路基板間のバス接続に光導波シートを用いる方法が開示されている。その場合、図13に示すように、光導波シート1101と電気回路基板1120は独立して垂直に結合するようになっており、光素子1132、1142は電気回路基板1120の入出力ポート1130、1140に実装されていて、光導波シート1101とは45度ミラー1133sを介して結合するようになっている。この例では、光導波シート1101は2次元スラブ導波路になっており、積層方向で信号多重化するようになっている。この場合、2次元的に光結合するために面入射した光をあらゆる方向に拡散させるべく、図14のように円錐状の突起1219を光伝送層1212内に設けることも検討されている。尚、図13において、1123は電気回路、1131、1141は光素子用回路、1133は信号光入射部、1134は信号光出射部であり、図14において、1210は光バス、1213aと1213bは光伝送層1212の表面と裏面のクラッド層、1215は信号光入射部、1218は光拡散体、1218は信号光である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来例において、光素子は、電気回路基板や光導波路に対して光を垂直に入射させて結合するで、45度ミラーなどの光路交換手段が必要になる。そこで、効率良く光素子を光導波路と結合させるためには、アライメント作業あるいはアライメントのためのガイド部材等が必要になる。これは、光配線のコストアップにつながり、光導波路を電気回路と混載させる上で大きな障害となっている。また、従来の構成のように光素子と光導波路を別々に設計して組み合わせる方法の場合、回路毎に最適化した光導波路が必要で、45度ミラーや光素子の位置の設計変更があった場合の対処が問題になる。すなわち、回路基板に応じた多品種の光導波路を製作することになり、生産コストが上昇してしまう。

【0006】そこで、本発明の目的は、上記の課題に鑑み、円錐状ミラー、半球状ミラー、45度ミラー、プリズムなどの光路交換手段を光素子と一体的に集積化させ、光導波シート側には特別な加工を不要とした光導波装置、該光導波装置で用いられる光素子、それらの製造方法、該光導波装置で用いられる光導波シート、およびそれらを用いた電気混載基板を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の光素子は、光導波シートに実装される面型光素子（垂直共振器型面発光レーザ、面型ホトダイオードなどは勿論、端面発光半導体レーザと45度ミラーを結合して基板に垂直に光を放射する様な素子も含む広い概念である）であって、該光素子から出射される光の進行方向を該光導波シートに対して水平方向に変化させる光路交換手段、もしくは該光素子に入射される光の進行方向を該光導波シートに対して垂直方向に変化させる光路交換手段が該光素子に集積化されていることを特徴とする。

【0008】本発明の光素子においては、光路交換するための円錐状ミラー、半球状ミラー、45度ミラー、プリズム（ミラーは反射面を持つものに対し、プリズムなどは反射・屈折面を持つ）などの光路交換手段を光素子と集積化させ、これが実装される光導波シート側には特別な加工を不要とするものである。光路交換手段を具備した光素子は、光導波シートに穴加工するなどによりその任意の位置に実装できるので、電気回路基板上の必要な電極パッドに応じた位置に設置できる。

【0009】このため、光導波シート側にミラーを設ける方法に比べると、光導波シートに光素子を実装する時に該ミラーとのアライメントの必要がなく、光導波シートに特別な加工の必要がないので、量産性に優れた光配線のための光導波装置を実現できる。

【0010】光導波シートとして2次元スラブ導波路を用いた場合は、円錐状のミラーを用いたときは全ての方向で信号の送受信ができる。他方、この場合に45度ミラーを用いたときには、特定方向の送受信と全ての方向の送受信を混在させることができる。また、2次元スラブ導波路が1層の場合には、基本的に信号多重は時分割すなわちシリアル・パラレル変換することになる。しかし、一部に3次元導波路も混在させて、必要なラインだけには、各チャネルが独立したパラレル伝送を行うことも出来る。

【0011】より具体的には、以下の如き態様が可能である。前記光素子は実装基板に実装され、光路交換手段はポリマーで形成されたり、前記光素子はベアチップの形態であり、光路交換手段はポリマーで形成されたりする。

【0012】前記光路交換手段は反射作用で光路交換する素子であり得る。この場合、光路交換手段は、頂点を発光素子である光素子の機能部の方向に向けてその中心に配した円錐形状の反射面であり、発光素子から出射した光を該頂点の周りの360度の全ての方向に反射させて、光分配をせたり、前記光路交換手段は、頂点を発光素子である光素子の機能部の方向に向けてその中心に配した円錐形状の反射面であり、該頂点の周りの360度の全ての方向から伝播してきた光を反射させて光素子の機能部に入射するようにしたりする。また、前記光路交換手段は、頂点を発光素子である光素子の機能部の方向

に向けてその中心に配した半球形状の反射面であり、発光素子から出射した光を該頂点の回りの360度の全ての方向に反射させて、光分配をさせたり、前記光路交換手段は、頂点を発光素子である光素子の機能部の方向に向けてその中心に配した半球形状の反射面であり、該頂点の回りの360度の全ての方向から伝播してきた光を反射させて光素子の機能部に入射するようにしたりする。また、前記光路交換手段は、頂点を発光素子である光素子の機能部の方向に向けてその中心に配した角錐形状の反射面であり、発光素子から出射した光を一定の方向に指向性を持って反射させて、光伝播をさせたり、前記光路交換手段は45度ミラーであり、或る一定の方向から伝播してきた光を反射させて、受光素子である光素子に入射するようにしたりする。

【01013】前記光路交換手段は反射・屈折作用で光路変換するプリズム、ハーフミラーの如き素子でもあり得る。この場合、前記光路交換手段は、頂点を発光素子である光素子の機能部の反対の方向に向けてその中心に配した円錐形状の反射・屈折面であり、発光素子から出射した光を該頂点の回りの360度の全ての方向に反射・屈折させて、光分配をさせたり、前記光路交換手段は、頂点を発光素子である光素子の機能部の反対の方向に向けてその中心に配した円錐形状の反射・屈折面であり、該頂点の回りの360度の全ての方向から伝播してきた光を反射・屈折させて光素子の機能部に入射するようにしたりする。

【01014】光素子が面型発光素子である場合、該光素子は面型LED、垂直共振型面発光レーザなどである。面型受光素子である場合、前記光素子は面型フォトダイオードなどである。

【01015】前記光素子の両電極は、典型的には、前記光路交換手段が集積化された側とは反対側の基板表面上に引き出されている。こうすれば、光素子を電気回路基板上に必要な電極パッドに応じた位置に簡単に設置できる。

【01016】更に、上記目的を達成する本発明の光導波装置は、上記の光素子を2次元スラブ導波路構造を有する2次元光導波シートに前記光路交換手段を埋め込んで光結合するように実装して、光で信号の授受を行うことを特徴とする。

【01017】この構造では、光導波シート側にミラーを設ける方法に比べると、光導波シートに光素子を実装する時にアライメントの必要がなく、光導波シートに特別な加工の必要がないので、量産性に優れた光配線のため

の光導波装置を実現できる。

【01018】光導波シートとして2次元スラブ導波路を用いるので、光素子の光路交換手段として円錐状等のミラーを用いたときは全ての方向で信号の送受信ができる。他方、この場合に45度ミラーを持つ光素子も用いたときには、特定方向の送受信と全ての方向の送受信を混在させることができる。また、2次元スラブ導波路が1層の場合には、基本的に信号多重は時分割すなわちシリアル・パラレル変換することになる。しかし、一部に3次元導波路も混在させたり2次元スラブ導波路を積層させたりすれば、必要なラインだけには、各チャネルが独立したパラレル伝送を行うことも出来る。

【01019】さらに、光導波シート上に電気配線を混在させて、曲げ可能なフレキシブルな構造体で光導波シートを構成する場合は、LSIなどが実装された電気ボードの一部の配線を、本発明の光導波装置により電気・光混在で実現すれば、大きな設計変更もなく安価にEMI対策を行うことができる。

【01020】更に、上記目的を達成する本発明の光導波シートは、上記の光導波装置で用いられる2次元光導波シートであって、その一部または全てに、他の光送受信とは独立に特定のチャネルで光送受信を行うための3次元導波路が含まれることを特徴とし、その表面の一部に電気配線をするためのメタルパターンが形成されていることを特徴とし、

【01021】更に、上記目的を達成する本発明の光電気混載基板は、上記の光路交換手段を集積化した光素子を電気回路基板に電氣的接続が得られるように実装し、該電気回路の信号の一部または全てを上記の光導波装置を用いた光信号の送受によって配線して電子機器を動作させることを特徴とする。これにより、LSIなどが実装された電気ボードの一部の配線に本発明の光導波装置を使用して光電気混載基板とすることで、電気ボードに大きな設計変更もなく安価にEMI対策を行うことができる。

【01022】この場合、前記光素子を電気回路基板上に電氣的接続が得られるように実装する箇所が、LSIパッケージ上であったり、前記光導波装置はフレキシブルであり、LSIと受動部品が実装された電気回路基板上の凹凸をほぼなぞるように実装されたりする。

【01023】更に、上記目的を達成する本発明の光素子の製造方法は、前記光路交換手段の外形状を、平坦に形成したポリマーをガラス転移温度付近まで加熱して、所望の形状をした型を押し付けることで加工することと特徴とする。

【01024】具体的には、面型発光素子あるいは面型受光素子の表面に透明ポリマーなどを形成し、ポリマーを上記のミラー形状に加工する。これらをウエハ上で2次元アレイの状態に一括形成して、各素子をダイシングすれば、光変換手段付き光素子を量産することができる。

【01025】更に、上記目的を達成する本発明の光導波

装置の製造方法は、前記光路交換手段の外形状を目的毎に異ならせて、前記光導波シートには所望の光素子が有する光路交換手段の外形状に嵌合するような穴を形成し、自己選択的に光素子を光導波シートに実装することを特徴とし、前記光導波シートをガラス転移温度付近まで加熱し、前記光路交換手段が集積化された光素子を所望の位置に押し込むことで実装することを特徴とし、前記光導波シートをガラス転移温度付近まで加熱して、ここに光路交換手段を押し込むことで光路交換手段付き光素子を光導波シートに実装してもよい。

【0026】この様に、集積化させた光路交換手段の外形状を光素子によって異ならせて、光導波シートの穴形状を自己選択的に実装できるようにすれば、生産工程の効率アップにつながる。更には、光路交換手段の材料、外形状などに応じて、光導波シートに穴は形成せず、光導波シートをガラス転移温度付近まで加熱して、ここに光路交換手段を押し込むことで光路交換手段付き光素子を光導波シートに実装してもよい。

【0027】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態を明らかにすべく、具体的な実施例を図面に沿って説明する。

【0028】（実施例1）図1(a)は、本発明による実施例1である光路交換手段付き光源の断面図、図1(b)はこうした光源や受光素子の光素子を光導波シートに実装した光導波装置の斜視図である。

【0029】本実施例の光源では、Siやセラミックなどの実装マウント台（実装基板）1の上に、LED、面発光レーザーなどの面射出型の発光素子2が実装され、実装マウント台1の金属電極14、15で発光素子2の駆動を行えるようになっている。面発光素子2の機能部（発光部）の表面には、光の進行方向16で示すような光路交換可能な反射ミラー4を備えた光路交換手段3が形成されている。ここでは、図1(b)の左側の発光素子5のように、ミラー4を円錐状（その頂点を通る中心線を発光素子2の機能部の中心に合わせた円錐形状）の45度ミラーとして、光導波シート7全体に光入射できるようにしている。光路交換手段3としては、加工の容易性から、ここではPWA、ポリカーボネート、ポリイミド、アトーンなどのポリマーを用いている。一方、図1(b)の右側の光検出器6では、光導波シート7を伝搬して来る光を四角錐状のミラー10の光路交換手段で上方に反射させて、受光するようにしている。

【0030】光導波シート7も、加工の容易性などから透明ポリマーを用いて形成している。これは、屈折率の異なる材料を組み合わせてコア層12（屈折率の比較的大きい部分）と上下クラッド層13（屈折率の比較的小さい部分）を構成し、全体の厚さを100 μ m程度にすることで、折り曲げなどが自由な2次元的なフレキシブルなシートにすることができる。ここでは、屈折率が1.59のポリカーボネート2をコア層12に、屈折率が1.53のアトーンをクラッド層13に用いたが、材料や厚さはこれに限ら

ない。光導波シート7の各端面部は、好適には、ここで光が反射して光素子に悪影響を及ぼさない様に、光吸収部や光を散乱する粗面やテーパー形状、無反射コーティング付きなどになっている。

【0031】発光素子5および光検出器6の光路交換手段3の材料も、コア層12と同じポリカーボネート2にして、屈折率がこれに近いエポキシ光学接着剤などで光路交換手段3を光導波シート7に固定することで、光路交換手段3とコア層12の境界面での反射などを最小限に低減できる。ここで、発光素子5の実装されるべき光導波シート7の穴8を円筒形に、光検出器6の実装されるべき穴9を4角柱形などとして、これらの形状を異ならせておくと、光素子の実装のときに自己選択的（穴と光素子が一対一で対応していること）なセルフアライメントができて便利である。この穴の形とぴったりと嵌合するように、光路交換手段3の外形状は図1(b)のように形成しておくといふ。もちろん、全ての穴を同じ形状にして、光素子毎に仕分けして光素子を穴に実装してもよい。ここでは、光導波シート7の面内方向における光素子5、6の実装位置に方向性はないので、発光素子5は360度の如何なる方向で穴8に嵌合してもよく、光検出器6は4つの等価な方向のどの位置で穴9に嵌合してもよい。しかし、方向性がある場合には、光路交換手段と穴にマークを形成しておいてこれらを合わせるとか、光路交換手段と穴が所定の位置関係をとるときしか嵌合できない様に形状決めておくとかの工夫をしておくのがよい。

【0032】光導波シート7は、伝播光に対して十分な透過率を有するものであれば、ガラス、半導体、有機材料などの任意の材料を用い得る。たとえば、市販のガラス基板、ニオブアルリウムなどの単結晶基板、Si、GaAsなどの半導体基板、有機シートなど、のさまざまなことができる。他にも真空蒸着、ディッピング、塗布などの任意の手法で製膜することや、射出成型、押し出し成型などで成型して作製する方法などを用いてもよい。穴の形成法についても、エッチングなど如何なる方法を用いてもよい。その深さも、光素子を嵌合させたときに所定の機能が果たせるようなものであれば、どの様なものであってもよく、更には貫通していてもよい。

【0033】以上のような方法で光素子5、6を光導波シート7に実装することにより、アライメント精度は必要なく、自由な位置に光素子を配置できる。また、光導波シート7は共通で、回路基板設計に従った必要な位置に、穴を形成する等の後加工で光素子を配置できるので、低コストで、仕様の自由度が高く、柔軟な設計変更に耐える光電融合基板用の光導波装置を実現できる。図1(b)には複数の光素子の配置の一例が図示されている。

【0034】ここでは、上述したように光導波シート7として2次元スラブ導波路を用いているので、発光素子5からの光をコーンミラー4を用いて入射させた場合

は、1つの発光素子5からの光は光導波シート7の全てのポイントまで伝搬でき、光検出器6をどこに設置しても、その光の情報が読み出せることになる。一方で、多ビットの同時転送には適用できないので、シリアル信号に変換することになる。しかしながら、EMI対策の必要な信号線のみをこの光導波シート7で対応するような回路デザインを構築することで、高機能な光電融合基板が実現できる。

【0035】次に、図2に沿って、光路交換手段付き光素子の作製工程を説明する。図2(a)において、表裏に既に電極パターン17、18、23の形成されたアルミナセラミック基板20に、光素子21をダイボンディングする。符号19は光素子21の発光領域あるいは受光領域である機能部を表している。図2では2つの素子の断面を示しているが、実際には例えば500 μm ピッチで2次元アレイ状に素子21を逐次実装している。光素子21の一方の電極（例えばカソード）は光素子21の実装基板20と電極18の接触で取り、もう一方の電極（例えばアノード）はボンディングワイヤ22で光素子表面電極から電極23へと接続することで構成している。

【0036】図2(b)において、ポリカーボネートZをモノクロロベンゼンなどの有機溶媒に溶かしたものをキャスト法あるいはスピンコートなどで基板20及び素子21上に塗布して乾燥させ、ポリマー24として成膜する。

【0037】図2(c)において、基板20をガラス転移温度付近まで（上記ポリマー24の場合は約170℃）上昇させ、円錐状の窪み26と素子21間の溝25をモールド形成するための型27をポリマー24に押し付けて加工する。素子21間の溝25を形成するときに、図1で説明したような自己選択的なセルフアラインを行う場合には、溝25の外形を円筒形や四角柱形などに制御する。

【0038】図2(d)において、ポリマー24表面に金属反射膜28として例えばAl薄膜を真空蒸着などにより形成する。その後、ダイシングソーによりダイシング溝29で50 μm のチップに分割する。ダイシングにより切断した実装基板20の外形は4角柱形であるが、その上に形成したポリマー24の外形は必要な形状に制御されている。なお、金属反射膜28は必ずしも必要はない。反射膜28を形成しない場合は、穴内の円錐状の窪み26のエリア部にも光が一部透過するが、多くの場合殆ど影響は無視できる。

【0039】最後に、図2(e)において、電極23と17、および、電極18と17を接続するための側面メタル部30を蒸着またはメッキにより形成して、光路交換手段付き光素子が完成する。

【0040】以上に述べたポリマーの材料や加工方法は一例であって、本方法に限定されるものではない。例えば、ポリマー材としてPMAやポリミドを用い、エッチングやシクロトロン軌道放射光(SOR)を用いるLIGAプロセスで光路交換手段を形成してもよい。また、SU-8のような直接フォトリソグラフィで加工できるような厚

膜レジストを用いて光路交換手段を形成することも可能である。

【0041】また、本実施例では、実装基板20に光素子21をマウントしてダイシングしているが、実装基板を用いずに光素子を形成した基板そのもの、いわゆるベアチップのまま用いてもよい。その場合には、図1(a)において、2は発光領域、1は素子基板ということになり、素子基板1の上に直接光路交換手段3を形成することになる。この場合、工程が簡略化され、チップサイズを小さくできるという利点がある。しかし、反面、光素子の熱特性が悪い、強度が弱いなどの問題点もあるため、用途に応じて使い分ける必要がある。

【0042】次に、このような光導波シートを電気回路基板で利用した例について図3に示す。図3は、携帯電話に代表される小型携帯機器の電気回路基板43の断面図である。基板43は、多層ビルドアップになっており、電気配線46やビアホール(viahole)45が高密度に形成されている。符号44は無線通信を行うためのRF回路部であり、電磁干渉を避けるためにシールドカバーで覆われている。従来、RF回路部から信号線を引き出す場合、信号線の長さによってはアンテナになってしまい、コンモンモードノイズ輻射のために、自身の回路の誤動作を引き起こしたり、電波法の規格をクリアするために多大の設計時間を要していた。

【0043】ここでは、本発明による光導波シート40を用いて信号配線するとアンテナが形成されないために、不要輻射を大幅に低減することができる。光配線するための入出力端子をLSI 42、47などのパッケージ上部に設けて、この端子の上に、上で説明した光路交換手段付き光素子41をフリップチップ実装でボンディングしてある。ここで、この光素子41を嵌め込むための穴を形成した光導波シート40を光素子41上に被せて接着すれば、光電気混載基板が形成される。もちろん、図1(b)のように、先に光素子41を光導波シート40に接着してから、この光導波装置を電気回路基板43に位置合わせをして貼り付けてもよい。

【0044】本実施例により、電気回路基板の設計変更を最小限にして本発明の光導波装置を実装することができるので、コストアップすることなくEMC(Electromagnetic Compatibility)対策を行うことが可能である。

【0045】(実施例2)実施例1では、光路交換手段3が円錐状反射ミラー4を有すると説明しているが、他の形状、例えば半球状のミラーを用いてもよい。その断面図を図4に示す。

【0046】本実施例では、半球状の突起を持つ型51を作製して、実施例1と同様に加熱してポリマー24に押し付けることで、半球状の窪み52をポリマー24に加工する。ここでも、半球状の窪み52の頂点を通る中心線は光素子の機能部の中心に合わせられている。窪み52の表面には金属膜などを蒸着して反射率を向上させてもよい。

【0047】この光路交換手段の形状では、光素子と光導波シートとの光結合は低下するが（光導波シートの臨界面以下の光成分が増えるので）、型51の作製が比較的容易であり、型形状に鋭角部がないので、型51をポリマー24へ押し付ける際の加工不良などが起こりにくいという利点がある。

【0048】半球状の型51の作製方法を図5を用いて説明する。図5において、(b)、(d)、(f)は平面図、(a)、(c)、(e)は(b)におけるA-A'面に沿っての断面図（それぞれ(b)、(d)、(f)に対応する）である。

【0049】図5(a)、(b)において、型用の基板として例えばSi基板55を用い、その表面にめっき用カソード電極としてTi/Au膜56を全面に成膜し、レジスト54によって、めっきすべき窓領域53をパターンニングする。図5(c)、(d)において、Niめっきを行うと、符号57のような半球状の構造体が窓領域53上に形成できる。ここでは、この半球57の半径を80 μ mとしたが、サイズはこれに限定されるものではない。

【0050】次に、図5(e)、(f)において、レジスト54を除去した後に、半球めっき層57の土台部分を強化するためにレジストなしの状態で5 μ m程度のめっき層58を全面に形成する。その後、素子分離用の隔壁99を金属など加工して井桁状に形成してこれをめっき層58上に接着することで型51を完成させた。なお、図5では2 \times 2のアレイで示しているが、実際には基板55全体にアレイ状に形成されている。

【0051】このように作製した型51をポリマー24に押し付けて加工する方法以外にも、型51の上に平坦なポリマーを形成してこのポリマーを割がごとく、ポリマーに形状を転写する方法でもよい。その場合は、型取りの基板からポリマーを割がごとくしたあとに、このポリマーを光素子アレイの上に位置合わせして接着材などで固定すればよい。

【0052】また、めっきする時に表面を荒らすような条件にすれば（例えば、めっきのレートを増やすか、材料を変える）、同時に散乱体としても機能させられる光路交換手段を形成できる型が作製される。散乱させることで、光導波シートのコア・クラッド界面に臨界面以上の入射角で入射して伝播する光成分が増加して、光導波シートと光素子との光結合の効率を上昇させることができる。

【0053】同様に、他の形状、例えば角錐、楕円体などの形状で光路交換手段を形成してもよい。勿論、これらの頂点を通る中心線は光素子の機能部の中心に合わせるのが良い。その他の点は実施例1と同じである。

【0054】（実施例3）今までの実施例では、光路交換手段を用いて2次元スラブ状光導波シート全体に光を伝搬させるものであったが、図6(a)のように、45度ミラー66で、或る一定方向のみに光を射出させるようにしてもよい。実施例3の場合、光源62として面発光レーザー

を用いれば、これは指向性が高い（放射角が10度以下）ので、2次元光導波シートであっても、通常の回路基板の規模（10cm前後）では、特定の光検出器の方向に向けて送信することが可能である。図6(b)において、61は基板、63は光路交換手段、64と65は電極、71は光の進行方向を示す。

【0055】図6(b)は光路交換手段付き光素子を2次元光導波シート69に実装させた様子を示す図であるが、発光素子67からの出射光を符号70の領域に限定して伝搬させて、受光素子72のみに送信させていることを示している。受光素子68も光路交換手段として45度ミラーを形成することで、特定の方向から伝搬してきた光のみを受光できる。尚、図6(b)において、発光素子67と受光素子68の光路交換手段（45度ミラー）は簡略化して描いている。

【0056】本実施例の構成によれば、2次元光導波シート全体に伝搬させる光と指向性のある光を混在させて、光パワーの大きさ、受光のタイミングなどにより光検出器間で伝搬光を識別、分離して検出することも可能である。すなわち、指向性を持たせて光を伝搬させる場合には光パワーロスが少ないので、2次元全体に光を伝搬させる場合に比較して、光検出器への到達パワーは大きいので、これを利用して伝搬光を識別、分離して検出できる。また、指向性のある場合には、伝送距離によっても光パワーが異なるので、送信位置による信号の識別、分離も可能となる。その他の点は実施例1と同じである。

【0057】（実施例4）本発明による実施例4は、2次元スラブ導波路のみでなく、横方向の閉じ込め構造をも持つ3次元導波路を混在させた光導波シート77を適用したものである。その様子を図7に示す。決められた光素子75、76間の結線だけは3次元導波路78で結ばれて、光導波シート77全体には光が広がらないようになっている。この導波路78に光を入射させる場合の光素子の光路交換手段は、実施例3のような45度ミラーのものが好適であるが、実施例1、2のような2次元全体に結合させるもので一部を3次元導波路78に入射させることもできる。この構成では、2次元スラブ導波路を介しても発光素子と受光素子間で信号光の送受信ができる。このとき、この光が3次元導波路にクロストークを発生する可能性があるが、そのレベルは弱いので、光素子75、76間の3次元導波路78を介する伝搬光は光検出器間で分離して検出できる。

【0058】3次元導波路パターン形成には、例えばポリカーボネートZの場合は、モノクロベンゼンにモノマーも同時に混入させ、塗布した後に図9のパターンを形成したホトマスクで露光を行い、光照射させた領域のみに架構が起ってポリマー化することを利用する。すると、ポリマー化した部分の屈折率が高くなり、3次元導波路78が形成される。

【0059】3次元導波路78の形成の仕方には、このよ

うなパターンニングによる方法以外にも、加熱して型を押し付けて光導波シート77表面に凹凸をつけ、凸部分を3次元光導波路87とする方法もある。本実施例の場合、パレル伝送が必要となる場合には好適となる。その他の点は実施例1と同じである。

【0060】(実施例5) 本発明による実施例5は、図8のように光導波シート81表面に同時に電気配線80をも形成して、フレキシブル基板として利用するものである。この電気配線80は、本発明による光路交換手段付き光素子82、83との電気接続のために用いてもよいし、光素子には関係なく、図9に示す電気配線94やビアホール95が高密度に形成された電気回路基板97上の補助的なジャンパ線として用いてもよい。

【0061】このような基板は、図9のように、RF回路96を備えた電気回路基板97の設計変更なしに、フレキシブルな本発明の光導波シート91としてLSI 98の凹凸に沿って実装させることができるので、コストアップすることなくBMC対策を行うことが可能である。ここにおいて、上で説明した光路交換機能付き光素子92の電極は、携帯機器の電気回路基板97に直接フリップチップボンディングされている。そして、その上に、その光素子92を嵌め込むための穴を形成した光導波シート91を被せるように実装し、必要となる箇所を接着すれば、光電気の混載基板が形成される。

【0062】なお、必要に応じて光導波シート91上に上記電気配線80を利用する電気素子チップ93を実装してもよい。その他の点は実施例1と同じである。

【0063】(実施例6) 本発明による実施例6の光素子107では、図10(a)に示したようにハーフミラーないし反射・屈折部を用いて光路交換手段103を構成するものである。ここでも、ハーフミラーの光路交換手段103は、頂点を通る中心線を受発光部102の中心に合わせた円錐形状になっている。図10(a)において、101aは基板、105と106は電極、104は光の進行方向を示す。

【0064】本実施例では、光導波シート111と光路交換手段103とはむしろ材料を変えて、屈折率やガラス転移温度の異なる材料を用いる。例えば、ハーフミラー103としてはSU-8やポリイミドなどガラス転移温度が摂氏200度以上で高いものを用い、光導波シート材としてはPMMAなどガラス転移温度が摂氏120度程度のガラス転移温度のものを用いる。ここでは、ハーフミラー表面には15nm程度のAu薄膜を蒸着してある。光導波シート111と光路交換手段103の屈折率の大小関係は種々であり得て、場合に応じて設計すればよい。光路交換手段103は実施例1などで説明した方法と同様な方法で作製される。

【0065】光素子107、108を実装するときは、上記の実施例のように光導波シートに穴を形成してもよいが、本実施例では、光導波シート111を加熱して光素子のハーフミラー部103を自由な位置に押し込むように実装した(逆に、上記の実施例の光路交換手段付き光素子を加

熱した光導波シートに押し込むように実装してもよい。このときは、穴内にエア部が確実に形成されないので金属反射膜28を形成した方がよい。また、本実施例の光路交換手段付き光素子を実施例1の如く実装することもできるが、この場合は、エア部が形成されない様に穴は光路交換手段の外形にぴったり嵌合する様な形状に形成する必要がある。この場合、図10(b)のように、光導波シート111であるPMMAのガラス転移温度120度付近まで加熱しておき、光素子107、108を予めガラス基板などに適当な配置でエレクトロニックワックス等で貼り付けておいて該光素子を光導波シート111の実装したい位置に押し付ける。そうすれば、光素子の先の尖った光路交換手段103は光導波シート111の内部に突き刺さるように入り込み、上記ワックスも120度程度で融けるものであればガラス基板を光導波シート111に突き刺さった光素子107、108から割ることができる。その後、光素子107、108に着いたワックスを洗い流し、光素子を接着剤で固定することで簡単に光路交換手段付き光素子107、108が実装された光導波シート111が作製できる。この実装方法は容易なものである。

【0066】ここまで述べてきた実施例の光導波シートは全て単層の場合で説明してきたが、もちろん全体または一部を積み重ねた多層の光導波シートにもできる。図11(a)、(b)にその例が示されている。図11(a)では、クラッド153a、153b、153cとコア152a、152bが交互に積層された多層の光導波シート151に光素子157、158が実装されているが、1つの光素子157は上の層152aのみに結合され、他の光素子158は上の層152a、152bに結合されている。図11(b)では、実施例1の様な光路交換手段付き光素子160の実装された光導波装置の表面を平坦部165にしたものを多層に積層した構造になっている。図11(b)の構造では、各光素子160の電極を外に取り出す必要があるが、それには図8に示す様な電気配線80を用いることができる。

【0067】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明においては、電磁ノイズ対策等に用いられる光導波装置において、光導波シートに光素子を実装する時に、アライメントの必要はなく、光導波シートに特別な加工が必要ないので、量産性に優れた光導波装置を実現できる。

【0068】また、光素子に集積化させた光路交換手段の外形を素子によって異ならせて、光導波シートに穴に自己選択的にセルフアラインで実装できる様にすれば、生産工程の効率アップにつながる。光導波シートをガラス転移温度付近まで加熱して、そこに光素子を押し込むことで実装することもでき、こうすれば光導波シートへの穴加工を省略できる。

【0069】さらに、光導波シート上に電気配線を混在させて曲げ可能なフレキシブルな構造体で光導波シートを構成することもでき、LSIなどが実装された電気ボ

ードの一部の配線にこの光導波シートを使用して光電気混載基板とすることで、電気ボードに大きな設計変更もなく安価にEMI対策を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光路交換手段付き光素子の例の断面、およびそれを光導波シートへ実装する形態を示す実施例1の図である。

【図2】図1に示す光路交換手段付き光素子の作製方法を示す断面図である。

【図3】実施例1の光導波装置を電気回路と混載させた実施例を示す断面図である。

【図4】本発明による実施例2の光路交換手段付き光素子の断面図である。

【図5】図4の光路交換手段を作製するための型の作製方法を示す図である。

【図6】本発明による光路交換手段付き光素子の例の断面、およびそれを光導波シートへ実装する形態を示す実施例3の図である。

【図7】本発明による光路交換手段付き光素子を光導波シートへ実装する形態を示す実施例4の斜視図である。

【図8】本発明による光路交換手段付き光素子を光導波シートへ実装する形態を示す実施例5の斜視図である。

【図9】本発明による実施例5の光導波装置を電気回路と混載させた例を示す断面図である。

【図10】本発明による光路交換手段付き光素子の例の断面、およびそれを光導波シートへ実装する形態を示す実施例6の図である。

【図11】本発明の光導波装置を積層する形態を示す断面図である。

【図12】3次元導波路を用いた光導波装置の従来例を示す図である。

【図13】2次元導波シートを用いた光導波装置の従来例を示す図である。

【図14】2次元導波シートに光結合するための装置の従来例を示す図である。

【符号の説明】

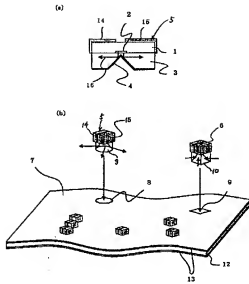
- 1、20、55、61、101…基板
- 2、19、62、102…受発光部
- 3、10、63、103…光路交換手段
- 4、66…反射ミラー
- 5、67、107…発光素子
- 6、68、72、108…受光素子
- 7、40、69、77、81、91、111…光導波シート
- 8、9…実装用穴
- 12…コア
- 13…クラッド
- 14、15、17、18、23、30、64、65、105、106…電極
- 16、71、104…光の進行方向

- 21…光素子
- 22…ボンディングワイヤ
- 24…ポリマー
- 25…溝
- 26、52…窪み
- 27、51…型
- 28…反射膜
- 29…ダイシング溝
- 41、75、76、82、83、92…光路交換手段付き光素子
- 42、47、98…LSI
- 43、97…電気回路基板
- 44、96…RF回路部
- 45、95…ビアホール
- 46、80、94…電気配線
- 53…窓領域
- 54…レジスト
- 56…めっき用電極
- 57、58…めっき層
- 59…隔壁
- 70…光伝搬領域
- 78…光導波路
- 93…回路素子
- 401…光導波装置
- 402…多層配線基板
- 403…電気配線
- 404…絶縁体
- 406…接着層
- 411、411'…光導波路
- 411a、411b…傾斜面
- 421…受光素子
- 431…発光素子
- 425、435…ICチップ
- 451…透明基板
- 452…基板分離層
- 492…遮光膜
- 1100…情報処理装置
- 1101…光バス
- 1120、1120a、1120b、1120c…回路基板
- 1130…信号光入射端
- 1133…信号光入射部
- 1133a…傾斜面
- 1134…信号光出射部
- 1140…信号光出射端
- 1210…光バス
- 1212…光伝送層
- 1213a、1213b…クラッド層
- 1270…信号光
- 1218…光拡散体

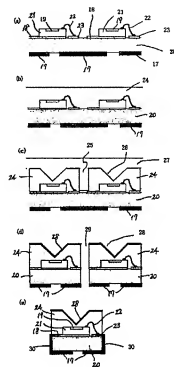
1219...光路変更部

1215...信号光入射部

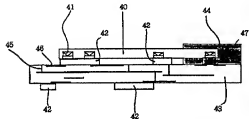
【図1】



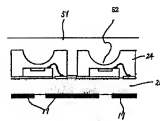
【図2】



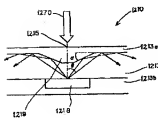
【図3】



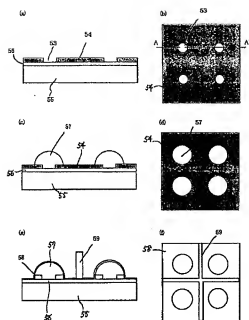
【図4】



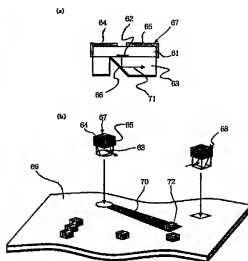
【図14】



【図5】

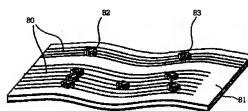
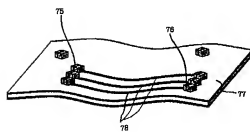


【図6】

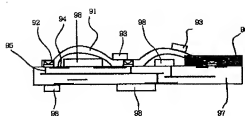


【図8】

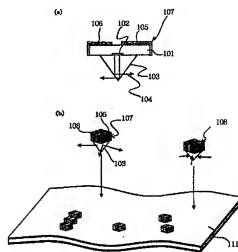
【図7】



【図9】



【図10】



【図11】

